移动端新闻平台信息设计要素对视觉搜索效率的影响机制*

■ 方浩[1] 陈印超[1] 赵莹[1] 李晓环[1] 魏强[2]
[1] 中国地质大学艺术与传媒学院 武汉 430074 [2]江汉大学教育学院 武汉 430056

摘要：［目的/意义］研究移动阅读背景下新闻平台界面设计要素对信息视觉搜索效率的影响机制，提出设计优化策略。［方法/过程］通过控制移动端新闻平台界面中 3 个重要因素——信息密度、图文结构、文字粗细，采用行为及眼动实验，并结合主观满意度问卷，考察不同界面要素对用户信息视觉搜索效率的影响结果，对 3 种因素的交互作用进行探讨从而得出其影响机制。［结果/结论］移动端新闻信息平台中信息密度、图文结构、文字粗细 3 种界面设计要素的交互作用显著，且信息密度对用户的主观满意度有显著影响，视觉搜索效率最优组合为上文下图、低密度、细体组合。

关键词：新闻信息平台 界面设计 视觉搜索 眼动追踪
分类号：G203
DOI：10.13266/j.issn.0252－3116.2019.22.007

1 引言

网络信息时代，时间碎片化促使移动阅读成为获取新闻信息的重要方式，当大众在接触某一热点新闻后，经常选择移动端新闻平台搜索具体资讯，但是往往会出现无法迅速搜索到所需内容的情况。这其中包含的在某一背景中搜索特定目标物体的认知过程即为视觉搜索[1]，其不仅是贯穿于人们日常行为中获取外界信息并进行加工的一种重要方式，也是许多专门化任务的重要组成部分。在人机交互的过程中，任何搜索时间的微小缩减都代表视觉搜索效率的提高，都会带来成本的节约和用户体验的有效提升[2]。对于移动端新闻信息的视觉搜索任务，其目标与背景只存在单一属性差别，引导式搜索模型认为此情境中用户是在外周视觉信息无意识影响下引导眼跳完成整个搜索过程[3]，这种外周视觉信息包括对象大小、密度、形状、空间排列等各种物理属性[4]。具体到数字界面的此类搜索问题，信息构建（IA）理论[5]提出一个清晰的易于信息获取的数字界面，能有效提高信息视觉搜索效率。显然，合理利用数字界面组织构建信息从而优化界面设计对解决开篇所提问题有较大意义。已有文献表明有关网页界面影响视觉搜索效率的研究较多，而针对移动端界面的研究尚未深入。近年来，移动设备的屏幕分辨率各式各样，与桌面端存在一定差异，主要表现在移动端屏幕小，用户操作简练，界面呈现的信息更加精简，界面布局和控件的分布也有所不同。针对移动端的特殊性，刘婷、侯文军[6]通过眼动实验的方法研究了移动端新闻平台 3 种图文布局方式——左文右图、右文左图和上文下图对视觉搜索的影响，结果发现上文下图布局的视觉搜索效率最高，并分析认为用户在阅读中普遍采用文字导向型的视觉浏览方式。该研究在移动端新闻平台的视觉搜索行为方面进行了一定的探索，但是移动数字界面呈现的视觉设计要素有多种，图形、字体、颜色等基本元素、信息密度以及界面布局等都是评估数字界面质量的重要指标[7]，单个变量的讨论并不能准确解释移动端新闻平台的视觉搜索机制，更需要对相互整合的设计要素之间是否存在交互作用及机制做进一步深入分析。

本研究以移动端新闻平台数字界面为对象，基于视觉搜索相关理论探究数字界面设计要素中信息密

* 本文系教育部人文社会科学研究规划基金项目“儿童科普 AR 图书设计要素对阅读效果影响机制研究”（项目编号：19YJAZH016）研究成果之一。
作者简介：方浩（ORCID：0000－0001－5931－7692），副教授，博士，东南大学艺术学博士后；陈印超（ORCID：10000－0002－7014－3301），硕士研究生；赵莹（ORCID：0000－0002－0037－1173），硕士研究生；李晓环（ORCID：0000－0002－8898－9823），硕士；魏强（ORCID：0000－0002－8714－5928），副教授，博士，通讯作者，E-mail：weiqiang@jhun.edu.cn。
收稿日期：2019－01－15 修回日期：2019－04－14 本文起止页码：58－67 本文责任编辑：王传清

度、版式结构和字体特征对视觉信息搜索效率的影响。通过眼动追踪和行为实验考察受控条件下用户的相关指标，结合问卷分析不同情境下主观满意度，揭示界面设计要素对用户视觉搜索效率影响的认知机制；有助于更完整的分析用户的视觉搜索行为，为移动端新闻平台界面的设计优化提供策略指导。

2 文献回顾与研究假设

不同视觉呈现方式表现的信息密度与数字界面用户视觉搜索的客观绩效和主观评价有内在联系[8]。早期，P. Kolers 等[9]将文本信息的字符拥挤程度定义为信息密度，利用字符间距和行距控制信息密度，通过眼动实验发现在黑底白字的屏幕中，字符间距越小，阅读效率越高；信息量恒定时单倍行距比双倍行距需要更多的注视点与时间，识别效率更低。这一结果与 P. Muter 等[10]提出的水平间距比例的存在对阅读速度和理解没有影响存在较大差异。而对于行距方面的研究也差异较大，一方面，T. Halverson 等[11]通过研究不同行距的单词组对视觉搜索影响的实验中发现以文字为刺激的结构布局界面中稀疏单词组搜索效率高于密集单词组。另一方面，禤宇明等[12]通过对比无行距、单倍行距和两倍行距的实验发现行间距对网页汉字的搜索时间并没有显著影响。

随着数字界面信息量的增多，其信息结构也日趋复杂，由此，D. Weller[13]提出应该将数字界面中信息密度定义为给定区域内的信息量与此区域面积的比值，并分别对网页文本的整体信息密度和局部信息密度进行了实验研究，发现桌面端网页界面中整体密度越大，搜索时间越长，而高、中、低 3 种局部信息密度水平在搜索时间上无明显差异，即局部密度大小对搜索效率没有影响。同样在整体密度的研究中，刘杰等[14]考察了丰富和简练两种网页信息密度设计形式及中英文两种语言对用户视觉搜索能力的影响，实验验证了中文用户在搜索信息密度大、视觉冲击强的网页内容时，搜索时间显著增加。这些研究表明信息密度是影响视觉搜索效率的重要因素。针对其作用机制，M. Beck 等[15]认为网页信息的密集程度影响任务执行的难度，从而影响被试视觉搜索效率，即页面信息密度越高，密度变化频次越多，搜索难度越大。更进一步，有研究者提出受认知负荷影响，在不同信息量导致认知负荷差异情况下，用户在数字界面中的视觉搜索有显著差异，即界面元素信息量越多，认知负荷越高，搜索效率越低[16]。综上所述，数字界面中信息密度对用户的信息视觉搜索效率可能有显著影响。

数字界面本身的版式结构在很大程度上也会影响用户的信息视觉搜索效率。版式结构可以定义为在界面中按照一定的原则将文字、图片等元素进行排列和布局的一种表现形式。K. Snowberry 等[17]对简单的横向与纵向文本版式结构研究发现，相较于横向排列版式，纵向页面视觉搜索时长降低了 25%，明显优于前者。但与之不同，雷静[18]通过研究发现在文本信息量较大的数字界面中搜索特定目标时，类别词汇栏目和信息条目栏目的水平结构比垂直结构更利于视觉搜索，其原因可以解释为用户习惯于从左到右，从上到下的序列依次进行视觉搜索。R. Goonetilleke 等[19]进一步对中文网页中横向、纵向以及均匀分布 3 种不同布局方式进行视觉搜索实验，结果证明不同的文字布局方式会改变用户的搜索策略从而影响其视觉搜索效率。根据文本在数字界面的布局位置，M. Russell[20]对比 3 种不同电子商务网站的眼动轨迹发现信息置于界面右方时用户的搜索时间最长，效率最低。与文本版式界面相比，用户在图文结合界面中的视觉加工更加复杂[21]。大量研究表明图像的识别优于文字[22]，但是在数字界面浏览中，大量的广告图像容易分散用户注意力，增加人脑负荷从而影响视觉行为[23]。进一步，李成[24]对数字界面中的插图效应进行研究，发现阅读材料中插图在文字左侧的浏览效果最好。对于数字界面版式结构影响视觉搜索的原因，研究者认为一方面和人的搜索习惯有关；另一方面也存在视野知觉不对称性的问题，上视野相较下视野在局部信息的加工上存在优势[25]，但需要更多地注意资源分配；右视野相对左视野在言语、认知加工方面更具有显著表现[26]，且右视野注意分配量优于左视野。针对移动端新闻平台数字界面，由于在其使用情境下存在的屏幕尺寸较小与阅读碎片化问题，版式结构一般表现为图文结构方式，因此，本文选取图文结构作为移动端新闻平台界面的自变量进行研究。

作为界面设计的基本要素，字体特征对用户视觉搜索效率有较大影响，采用不合适的字体进行界面设计，将影响信息的有效传递[27]。J. Ling 和 P. Schaik[28]对数字界面英文字母的字体类型研究发现，虽然字体对视觉搜索任务没有显著影响，但是用户对 Arial 字体有一定的主观偏好。在数字界面的中文字体研究中，宫殿坤等[29]采用视觉搜索程序来记录被试的反应时，结果发现当字体大小相同时，宋体视觉搜索反应时间显著少于楷体；字体类型相同情况下，22 磅

字反应时显著少于 15 磅字。但是也有不同的研究结果，裀宇明等[12]在搜索中文网页的实验中发现字体类型对关键字的搜索时间没有影响，与前述英文字母搜索研究结果基本一致。在目标与背景字体有多种属性差异的搜索研究中，H. F. Wang[30]使用了粗体、下划线、字符边框、斜体和阴影 5 种字体显示特征，以探究数字界面中加亮条件下对汉字视觉搜索结果的影响，结果表明粗体目标显示方式的视觉搜索最快、最准确。在移动端新闻平台界面中，由于屏幕显著小于桌面端，各个平台界面中字体大小和类型的设定趋于标准一致，而字体的粗细并没有一致的规范。因此本文将针对文字字体粗细对视觉搜索效率的影响进行研究。

针对移动端新闻平台的视觉搜索问题，单个界面设计要素对视觉搜索效率的影响研究已经非常普遍，而由于界面设计各个设计要素之间存在较大的内在关联性，需要对其交互作用进行深入分析，挖掘在多种设计要素并存的实际界面中视觉搜索效率的影响机制。据此提出研究假设：

H1：移动端新闻平台界面信息密度、图文结构、文字粗细对视觉搜索效率的影响有交互作用。

同时用户主观态度对视觉搜索的影响也不容忽视，裀宇明等[12]研究表明用户对数字界面的满意度和喜好程度受界面设计影响，对其视觉搜索过程有正向作用。因此，提出如下假设：

H2：移动端新闻平台界面信息密度、图文结构、文字粗细对用户主观满意度有显著影响。

3 研究方法

3.1 被试

40 名来自中国地质大学（武汉）的学生参与本研究。被试年龄为 23.45 ± 2.65 岁，专业背景不同，裸眼或矫正视力均在 5.0 以上，无色盲症状，均为右利手，此前没有参加过眼动方面相关实验。为避免熟悉度对实验过程产生影响，要求被试对腾讯新闻、搜狐新闻、网易新闻、今日头条等移动新闻信息平台的使用经验不少于半年。

3.2 自变量水平

分别在安卓应用市场下载量最多的 6 款新闻资讯平台（今日头条、搜狐新闻、一点资讯、网易新闻、腾讯新闻、百度新闻）中各随机选取 100 条新闻进行分析。将新闻的信息密度变量界定为同一界面新闻信息的呈现数量，且信息数量随行距同水平变化。结合所选移动新闻平台进行内容分析得出一个标准页面内高密度界面新闻数目上限 6 条半、低密度下限 3 条半。因此选取自变量 3 个水平为标准页面内的高密度（6 条新闻信息）、中密度（5 条新闻信息）、低密度（4 条新闻信息），如图 1 所示：



图 1 高、中、低（左、中、右）新闻信息密度界面

通过对移动端新闻平台抽样材料进行图文结构内容分析，得出布局方式为上文下图、左文右图、右文左图、大图、文字无图这 5 种，其中占比较高的 3 种布局为：上文下图 28.6%、左文右图 34.9%、右文左图 23.4%。因此本文选取左文右图、上文下图、右文左图为图文结构的 3 个水平进行研究，如图 2 所示：

图2　左文右图类型、上文下图类型、右文左图(左、中、右)界面

对随机抽取的新闻材料进行字体内容分析显示，移动端平台界面字体一般为微软雅黑和方正兰亭，字体粗细可分为3个水平——粗体、常规、细体。张丽娜等[31]研究证明字形略扁方、饱满、笔画简洁、舒展的方正兰亭字体更有利于汉字的识别加工，因此本实验所用字体统一为方正兰亭字体。其中粗体字体为方正兰亭中黑，常规字体为方正兰亭－GBK常规，细体字体为方正兰亭细黑，如图3所示：

方正兰亭　方正兰亭　方正兰亭

图3　方正兰亭细黑、常规、中黑(左、中、右)字体

3.3　实验设计

实验采用3(新闻信息密度：高密度、中密度、低密度)x3(图文结构：左文右图、上文下图、右文左图)x3(文字粗细：粗体、常规、细体)的3因素被 试内实验设计，对被试进行移动端新闻信息搜索过程中的视觉搜索效率、眼动追踪情况以及实验后的主观满意度情况进行考察。

因变量：以首次点击时间、总注视时间以及注视点数量为指标来衡量“视觉搜索效率”：①首次点击时间：指被试从任务开始到发现目标进行点击时花费的时间，即搜索时间。②总注视时间：也称为总停留时间，指兴趣区内所有注视点的注视时间总和，对较慢和较长的认知加工过程敏感，注视时间越长表明提取信息越困难或页面吸引力高，目标搜索时间越长。③注视点数量：指被试在该兴趣区内的注视点个数，对某一特定区域的高注视率说明被试对这个区域感兴趣；或者说明这个区域包含着复杂的信息，编码比较困难。注视点越多表明被试进行眼跳的次数更多，对目标就越不能确定，搜索过程越长。④主观满意度：被试在实验后填写的主观满意度问卷所获得的分数，问卷参考J. Cook[32]的满意度量度。问卷问题包含被试在此页面进行任务搜索行为的满意度情况。问卷形式为5分李克特问卷，1为非常不同意，5分为非常同意。在眼动测试结束后，请被试填写该问卷，被试对该页面的满意程度评分，得分越高说明被试对该类型页面的满意度越高。

3.4　实验材料与程序

设备采用TobiiX2－60眼动仪，采样率为60Hz，准确度为0.4，精确度为0.2。根据实验程序设计，通过眼动仪配套程序，记录被试进行视觉搜索的反应时间及眼动指标，眼动数据使用Tobii Studio软件导出并进行统计分析。

根据自变量水平要求随机选取新闻材料，为使被试对实验材料中新闻信息兴趣度和熟悉度保持均衡，通过李克特5点量表进行新闻内容熟悉度和兴趣度检测，筛选出中熟悉度与中兴趣度的材料。

实验中目标词的词性统一为双字名词，位置为前4条新闻内的词语。为消除位置效应和顺序效应的影响，实验材料随机显示。为保证被试进行视觉搜索时不会产生较大差异，选择熟悉常用的中性词汇作为目

标词。通过界面词频进行统计,确保该页面词汇出现频率为 1 次。

3.5　实验任务

本研究受限于实验程序设计无法直接对手机界面进行评估,但已有研究表明,使用计算机模拟的手机原型页面通过用户绩效测试方式进行可用性评估是有效的[33],因此实验采用桌面计算机模拟移动端情境,且使用鼠标代替手势操作的方式。在整个实验过程中,每个被试需要根据最初呈现的目标词提示在新闻界面搜索该词,完成 3x3x3 = 27 个不同自变量水平组合的数字界面视觉搜索任务,为了分离被试的视觉搜索时间和鼠标点击时间,要求被试没有搜索到目标之前不要移动鼠标。实验共持续 20 分钟,为防止视觉搜索任务疲劳,每进行 3 次测试请被试休息 10 秒,休息时间依被试的视觉疲劳情况而定,休息结束后对眼动仪重新定标,并继续进行后续实验。每次测试的步骤如下:①在页面中央显示本次测试的搜索目标,呈现时长 2 秒;②搜索目标词消失;③被试进行视觉搜索,找到目标词;④被试快速移动鼠标到目标并点击;⑤被试填写主观满意度问卷;⑥重复上述各步骤。

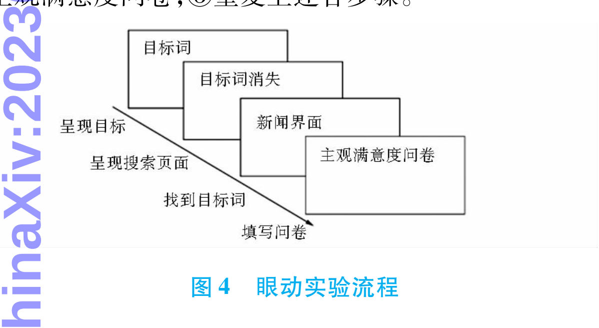


图 4　眼动实验流程

4　实验结果

实验通过多因素方差分析对新闻信息密度、图文结构、文字粗细在用户视觉搜索过程中的影响进行探讨,以首次点击时间(搜索目标鼠标点击时间)来衡量被试的视觉搜索效率,以注视时间、注视点数量为参考并结合主观满意度对被试视觉搜索行为进行分析。

4.1　首次点击时间

对首次点击时间进行多因素方差分析发现,图文结构、信息密度和文字粗细的三重交互作用显著。进一步简单效应检验发现,上文下图低密度与中密度水平下,细体搜索效率显著高于常规与粗体;右文左图低密度时,粗体搜索效率显著高于细体;右文左图中密度时,粗体搜索效率显著低于细体与常规;左文右图低密度时,细体搜索效率显著高于粗体与常规;左文右图高密度时,常规搜索效率显著高于粗体。将各个水平下视觉搜索效率较高组合进行比较发现,上文下图低密度细体组合首次点击花费时间最短。

信息密度和文字粗细、图文结构和文字粗细、图文结构和信息密度的交互作用均显著。图文结构主效应显著,信息密度主效应显著,文字粗细主效应显著。事后检验发现,右文左图首次点击时间显著大于上文下图,右文左图首次点击时间显著大于左文右图,高密度首次点击时间显著大于低密度与中密度,粗体首次点击时间显著大于细体,$p < 0.05$,如表 1 所示:

表 1　首次点击时间多因素方差分析结果

组合名称	F	p	η^2
图文结构	13.590	<0.001	.258
信息密度	9.592	<0.001	.197
文字粗细	9.350	.001	.001
图文结构 * 信息密度	4.019	.004	.093
图文结构 * 文字粗细	6.585	<0.001	.000
信息密度 * 文字粗细	9.341	<0.001	.193
图文结构 * 信息密度 * 文字粗细	2.741	.021	.021

4.2　总注视时间

对被试总注视时间进行多因素方差分析发现,图文结构、信息密度和文字粗细的三重交互作用显著,$F(8,312) = 4.648$,$p < 0.05$。进一步简单效应检验发现,在上文下图高密度时,粗体总注视时间显著大于常规;在右文左图低密度时,常规水平下被试总注视时间显著大于细体与粗体;在右文左图中密度时,粗体水平下被试总注视时间显著大于细体与常规;在右文左图高密度时,细体水平下被试总注视时间显著小于粗体与常规。如表 2 所示:

表 2　总注视时间多因素方差分析结果

组合名称	F	p	η^2
图文结构	.259	.773	.007
信息密度	.273	.762	.007
文字粗细	7.626	.001	.164
图文结构 * 信息密度	4.231	.006	.098
图文结构 * 文字粗细	4.557	.002	.105
信息密度 * 文字粗细	6.194	<0.001	.137
图文结构 * 信息密度 * 文字粗细	4.648	<0.001	.106

信息密度和文字粗细(见图 5)、图文结构和文字粗细(见图 6)、图文结构和信息密度(见图 7)的交互作用均显著。低密度水平下,常规总注视时间显著大于细体。右文左图水平下,粗体总注视时间显著小于细体与常规,中密度总注视时间显著大于高密度。

文字粗细主效应显著,$F(2,78) = 7.626$,$p < 0.05$。事后检验发现,细体与粗体差异显著,细体总注视时间

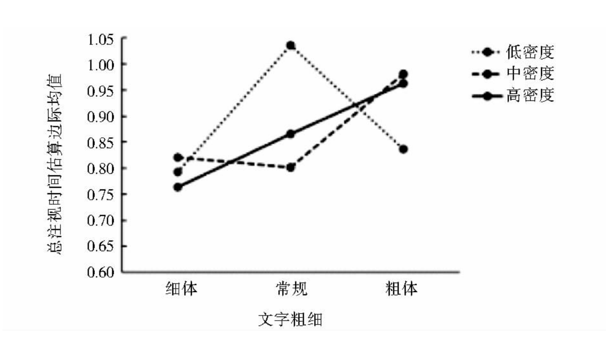


图 5　文字粗细与信息密度交互作用

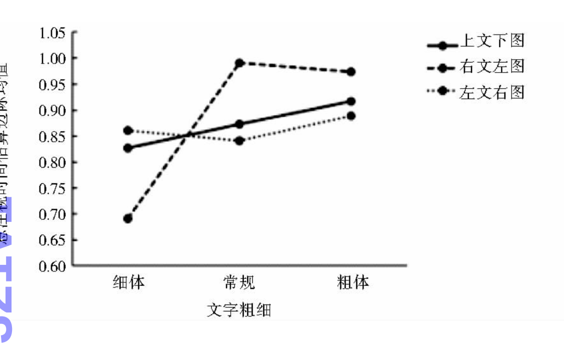


图 6　文字粗细与图文结构交互作用

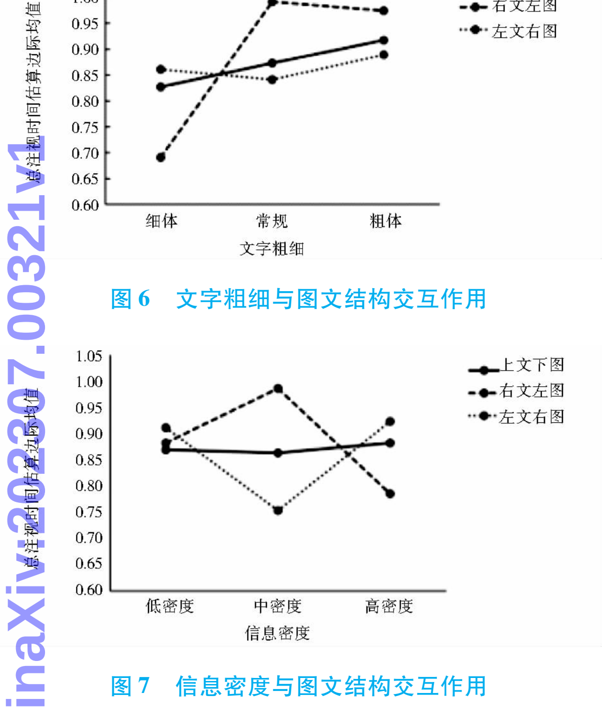


图 7　信息密度与图文结构交互作用

低于粗体总注视时间，表明细体水平下被试停留在测试材料注视点的时间较少，见表 2。

4.3　注视点数量

对注视点数量进行多因素方差分析发现，图文结构、信息密度和文字粗细的三重交互作用显著，$F(8, 312) = 3.401, p < 0.05$。进一步简单效应检验发现，在右文左图中密度及右文左图高密度水平下，细体注视点数量均显著小于粗体。如表 3 所示：

表 3　注视点数量多因素方差分析结果

组合名称	F	p	η^2
图文结构	5.550	.006	.125
信息密度	1.102	.337	.027
文字粗细	5.617	.005	.126
图文结构 * 信息密度	4.888	.001	.111
图文结构 * 文字粗细	6.568	<0.001	.144
信息密度 * 文字粗细	3.849	.005	.090
图文结构 * 信息密度 * 文字粗细	3.401	.004	.080

图文结构和文字粗细（见图 8）、信息密度和文字粗细（见图 9）、图文结构和信息密度（见图 10）的交互作用均显著。在右文左图中，细体注视点数量显著小于粗体与常规，低密度注视点数量显著小于中密度。在左文右图中，中密度注视点数量显著小于低密度与高密度。中密度时，细体注视点数量显著小于粗体。

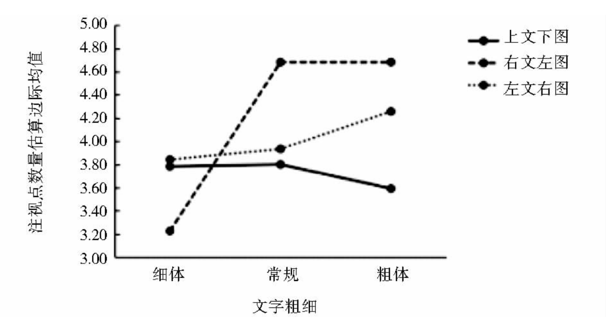


图 8　文字粗细与图文结构交互作用

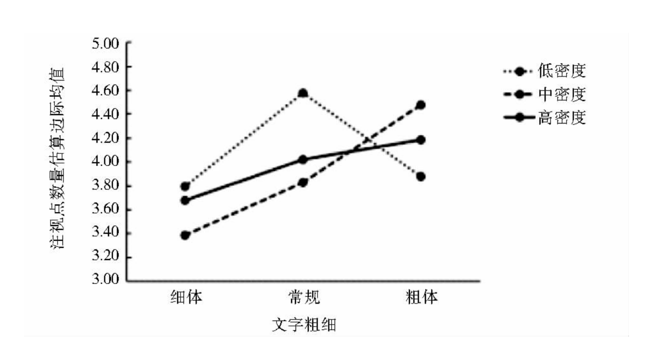


图 9　文字粗细与信息密度交互作用

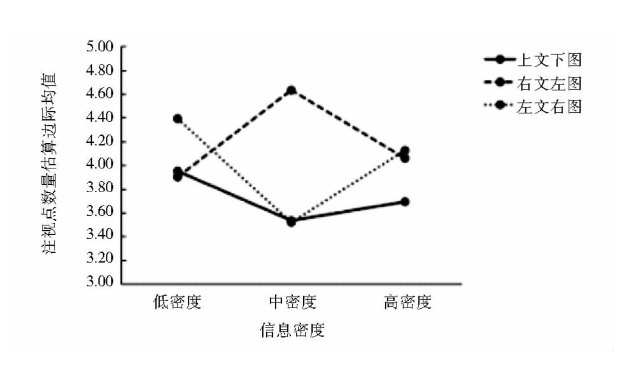


图 10　信息密度与图文结构交互作用

图文结构主效应显著，文字粗细主效应显著。进一步事后检验发现，右文左图注视次数显著大于上文下图，细体注视点数量显著小于粗体与常规，$p < 0.05$，见表 3。

4.4　主观满意度分析

对被试主观满意度进行多因素方差分析发现，图文结构、文字粗细主效应均不显著，信息密度主效应显著，$F(2, 78) = 9.632, p < 0.05$，进一步事后检验发现，高密度水平下被试主观满意度显著小于中密度与低密

度。信息密度越低，被试主观满意度越高。图文结构、文字粗细、信息密度 3 者交互作用均不显著，如图 11 所示：

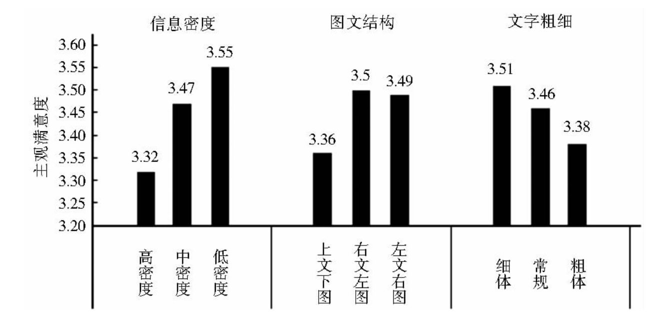


图 11　不同因素下被试主观满意度均值

5　讨论

在移动端新闻信息平台中，根据行为与眼动数据和主观评价可以有效分析用户的视觉搜索行为和认知加工过程。数据分析的结果表明，在移动端新闻平台界面中信息密度、图文结构与文字粗细 3 个自变量之间交互作用显著，且信息密度对用户主观满意度存在显著影响。本文分别从 3 个自变量对视觉搜索效率、视觉搜索模式和用户满意度的交互作用来进行讨论。

5.1　信息密度、图文结构与文字粗细对用户视觉搜索效率的影响

被试的视觉搜索效率由首次点击时间（搜索目标鼠标点击时间）即搜索时间来衡量。视觉搜索时间数据分析结果表明，信息密度、图文结构与文字粗细对用户搜索任务完成时间有显著交互作用。

在上文下图的图文结构中，低密度与中密度界面采用细体用户视觉搜索效率较高。合理解释是这主要受视野知觉的不对称性影响，虽然上视野对局部信息的加工和对刺激的视觉搜索优于下视野[25]，但 S. He 等[34]研究发现在完成同一任务时，上视野比下视野需要更多的注意资源。已有研究表明，细体能够放大笔画间的间隙避免文字黏连，保持文字清晰[35]，进而有效减少注意资源。因此，上文下图低、中密度采用细体搜索效率更高。同时根据认知负荷理论，界面内容越丰富，需要消耗的认知资源越多[15]，在中密度及低密度界面，认知负荷较低，用户进行搜索任务时较为容易。

左文右图的图文结构中，低密度界面采用细体视觉搜索效率较高。刘伟等对网页布局及视觉行为的研究发现，用户进行视觉搜索时习惯采用从左到右顺序[36]，所以在左文右图界面中直接集中在左边文字部分来回扫视。虽然需要换行，但视幅范围内较短的行可以帮助参与者在文本中保持自己视线的位置，减少扫视次数从而使搜索速度更快[30]，并且低密度信息容量不大造成辨识负荷不高，此时细体使文字结构更加清晰，有利于视觉加工效率的提高。而在左文右图高密度界面中，常规搜索效率显著高于粗体。可以解释为左视野在书面语言的加工中并不占优势[37]，而高密度界面信息量又相对较大，左边文字部分过于集中，用户需要消耗过高的认知资源来进行任务搜索，而粗体进一步提升了字体的黏连程度，给用户带来更高的认知负荷，因此完成搜索任务的时间较长。

右文左图的图文布局中，界面信息密度较低的情况下，粗体搜索效率显著高于细体。从搜索习惯的角度考虑，在右文左图的界面中，用户会习惯性从左向右搜索目标，图片没有被轻易忽略，进行了语义编码和表象编码[24]，与左文右图相比消耗了更多的认知资源。而低密度却适当降低了信息容量，粗体文字在此界面中因为笔画加粗使字体的负空间减小，视觉面积加重，使得字体较为醒目，提高了搜索效率[30]，此时的黏连度对用户的视觉搜索影响较小，反而降低了认知负荷导致搜索效率较高；在界面信息密度适中情况下，细体搜索效率显著高于粗体。中密度界面信息量相对适中，采用细体能够快速有效识别信息，从而减少用户搜索任务完成的时间。

5.2　信息密度、图文结构与文字粗细对用户视觉搜索模式的影响

在本研究中，视觉搜索模式是指用户被眼动仪捕捉到的视觉搜索行为，其行为观测指标具体包括注视点数量与总注视时间。眼动追踪数据分析结果表明，信息密度、图文结构与文字粗细对用户总注视时间、注视点数量有显著交互作用。

在上文下图高密度的界面中，粗体总注视时间显著大于常规，表明粗体的搜索更加困难。可能是由于高密度界面带来的信息容量较大，注意资源需求增多，上视野注意分辨率更高。且上文下图布局导致文字横向分布较长，超出了正常人的视幅范围，这样从视觉上给用户带来认知负荷较大，需要更多的注意资源投入。而粗体在高密度界面中使文字黏连度提升，对用户视觉搜索行为产生负向影响，从而增加了用户对文字的注视时间。

右文左图的图文布局中：①低信息密度界面常规字体总注视时间显著大于粗体。一方面，常规字体存在一定的文字黏连，也没有较好的醒目效果，所以低密

度时其本身的辨识度较低,导致总注视时间略长。另一方面,用户在右文左图的界面中根据习惯采用从左向右的搜索方式[36],图片占用了部分注意资源,但较低的信息量使得界面需要消耗的认知资源减少,而粗体使文字整体辨识程度提高,用户停留在文字的时间相对减少。②中信息密度界面粗体总注视时间及注视点数量显著大于细体。中密度界面信息量适中,视野注意资源分配适中,粗体在该界面的字体黏连度对用户视觉搜索过程带来了较大负担,增加了字体的加工时间,注视点数量增多表明该区域信息复杂,编码比较困难。③高信息密度界面细体总注视时间及注视点数量均显著小于粗体。由于此界面中大量文字信息集中于界面右侧,过高的信息量需要消耗大量的认知资源,但细体文字在该界面有效地提升了字体的清晰度,降低了用户的任务搜索难度,从而导致用户在字体停留的时间较短,注视次数也相对较少。

5.3 信息密度、图文结构与文字粗细对用户主观满意度的影响

主观满意度数据分析结果表明,信息密度对用户主观满意度存在显著影响,但信息密度、图文结构与文字粗细对用户总主观满意度交互影响不显著,表明只有单一的信息密度作用下,用户的主观满意度会发生变化,3 因素共同作用于主观满意度时没有太大影响。本研究发现界面信息密度较低时,用户的主观满意度较高。根据认知负荷理论,在低密度界面,需要用户进行搜索的内容较少,消耗的认知资源也越少,完成任务时相对轻松,因此主观满意度也较高。

信息密度不仅独立影响用户在视觉搜索过程中的主观感受,而且能够与图文结构、文字粗细共同影响用户的搜索效率与眼动行为。在不同的图文布局中,用户的视野知觉不对称,其视觉加工也存在差异,上文下图与左文右图的布局结构更符合用户的视觉搜索习惯,而右文左图的布局符合用户右视野的认知加工过程。字体的粗细对认知加工时间有着显著作用,细体具有较高的辨识度,能够提升用户的视觉识别效率。信息密度则主导用户的主观体验,低密度页面带来的认知负荷较小,用户主观满意度得到显著提高。3 个变量的组合与变化能够对用户的视觉搜索行为产生不同的影响。

6 结语

本文通过研究得到以下结论:移动端新闻平台中信息密度、图文结构、文字粗细 3 种设计要素之间的交互作用显著,且信息密度对用户的主观满意度存在显著影响。界面设计视觉搜索效率较优组合为上文下图、低密度、细体组合。

本研究发现了移动端新闻平台多种设计要素对信息视觉搜索影响的交互作用,并对具有差异的不同水平要素组合的作用机制进行了阐述,对进一步研究数字界面中人类的信息行为具有重要意义。研究结果还为移动端新闻平台界面设计提供了一定的理论依据,由此提出相关的设计策略:在仅考虑视觉搜索效率的情况下,上文下图低密度与中密度水平下细体优先考虑;右文左图低密度时粗体效率更高;右文左图中密度与左文右图低密度时细体占据优势;左文右图高密度时选择常规字体更有利。若考虑提升界面用户满意度,应该重点调整界面信息密度,低密度界面能够带给用户更好的主观体验。在考虑对用户视觉行为影响的情况时,在上文下图高密度水平下,选择细体字体编辑文本信息能够减少用户搜索目标花费的时间。在右文左图低密度水平下,选择细体能够帮助用户更快地对界面信息进行搜索。在右文左图中密度及高密度水平下,细体相比粗体更能够减轻用户认知负荷以达到更好的阅读效果。

本研究存在着一定局限:首先,实验使用计算机模拟移动端界面,采用鼠标代替触屏操作,虽然能够准确记录实验数据,但与真实情境仍然存在一定差异,今后的研究可以使用更灵活的实验设备对移动端的真实场景进行数据采集。其次,用户视觉搜索过程的研究可以收集更多生理及心理指标,相关研究表明认知负荷、情感体验、用户动机等指标对用户界面使用过程的评估具有重要意义[38]。今后可以考虑通过测量更多的心理、行为指标对用户视觉搜索行为进行更加全面深入的探讨。最后,由于本实验被试均是在校大学生,因而抽样样本的代表性稍有不足,后续研究将扩充取样用户,进行更完全检验。

参考文献:

[1] 威肯斯. 工程心理学与人的作业[M]. 上海:华东师范大学出版社, 2003.
[2] 宫勇, 张三元, 刘志方,等. 颜色对图标视觉搜索效率影响的眼动研究[J]. 浙江大学学报(工学版), 2016,50(10):1987－1994.
[3] WOLFE J M. Guided search 2.0 a revised model of visual search[J]. Psychonomic bulletin and review,1994,1(2):202－238.
[4] SUN J Y,PERONA P. Preattentive perception of elementary three-dimensional shapes[J]. Vision research, 1996, 36(16):2515－2529.

[5] 周晓英. 信息构建(IA)——情报学研究的新热点[J]. 情报资料工作, 2002(5): 6 –8.
[6] 刘婷,侯文军. 基于视觉行为的手机新闻 App 图文布局设计研究[J]. 北京邮电大学学报(社会科学版),2016,18(3):6 –13.
[7] 陈晓皎,薛澄岐,陈默,等. 基于眼动追踪实验的数字界面质量评估模型[J]. 东南大学学报(自然科学版),2017,47(1):38 –42.
[8] 李诗慧. 网页空间密度和信息密度对视觉信息搜索的影响——基于行间距和字符大小的研究[D]. 杭州:浙江大学,2013.
[9] KOLERS P A, DUCHNICKY R L, FERGUSON D C. Eye movement measurement of readability of CRT displays[J]. Human factors, 1981, 23(5):517 –527.
[10] MUTER P, LATRÉMOUILLE S A, TREURNIET W C, et al. Extended reading of continuous text on television screens[J]. Human factors, 1982, 24(5): 501 –508.
[11] HALVERSON T, HORNOF A J. Local density guides visual search: sparse groups are first and faster[J]. Human Factors and Ergonomics Society annual meeting proceedings, 2004, 48(16): 1860 –1864.
[12] 祠宇明, 傅小兰. 格式、偏好和性格对汉字网页关键词搜索的影响[J]. 人类工效学, 2004, 10(2):1 –3.
[13] WELLER D. The effects of contrast and density on visual web search [EB/OL]. [2018 –07 –16]. http://psychology.Wichita.edu/surl/usabilitynews/62/density.asp.
[14] 刘杰, 饶培伦. 针对网页视觉设计的视觉搜索能力研究[J]. 人类工效学, 2006, 12(2):1 –3.
[15] BECK M R, LOHRENZ M C, TRAFTON J G. Measuring search efficiency in complex visual search tasks: global and local clutter [J]. Journal of experimental psychology: applied, 2010, 16(3): 238 –250.
[16] 汪海波, 薛澄岐, 黄剑伟,等. 基于认知负荷的人机交互数字界面设计和评价[J]. 电子机械工程, 2013, 29(5):57 –60.
[17] SNOWBERRY K, PARKINSON S R, SISSON N. Computer display menus[J]. Ergonomics, 1983, 26(7):699 –712.
[18] 雷静. web 信息架构对视觉搜索的工效影响[D]. 北京:北京邮电大学,2011.
[19] GOONETILLEKE R S, LAU W C, SHIH H M. Visual search strategies and eye movements when searching Chinese character screens[J]. International journal of human-computer studies, 2002, 57(6):447 –468.
[20] RUSSELL M C. Hotspots and hyperlinks: using eye-tracking to supplement usability testing[J]. Usability news, 2005, 7(2): 1 –11.
[21] 丁锦红, 李杨, 胡荣荣,等. 视觉搜索中空间不对称性的眼动研究[J]. 心理科学, 2007, 30(1):116 –119.
[22] MALDONADO C A, PESNICK M L. Do common user interface design patterns improve navigation? [J]. Human Factors & Ergonomics Society annual meeting proceedings, 2002, 46(14):1315 –1319.
[23] BENWAY J P. Banner blindness: the irony of attention grabbing on the world wide web[J]. Proceedings of the Human Factors & Ergonomics Society annual meeting, 1998, 42(5):463 –467.
[24] 李成. 大学生图文阅读中插图效应的眼动研究[D]. 长春:吉林大学, 2009.
[25] PREVIC F H, BLUME J L. Visual search asymmetries in three-dimensional space[J]. Vision Research, 1993, 33(18):2697 –2704.
[26] CORBALLIS P M. Visuospatial processing and the right-hemisphere interpreter[J]. Brain & cognition, 2003, 53(2):171 –176.
[27] 张红. 汉字信息密度与编排设计中文字编排的关系[J]. 美与时代(上), 2013(1):91 –92.
[28] LING J, SCHAIK P V. The influence of font type and line length on visual search and information retrieval in web pages[J]. International journal of human-computer studies, 2006, 64(5):395 –404.
[29] 宫殿坤, 郝春东, 王殿春. 字体特征与搜索方式对视觉搜索反应时的影响[J]. 心理科学, 2009,32(5):1142 –1145.
[30] WANG H F. Influence of highlighting, columns, and font size on visual search performance with respect to on-screen Chinese characters[J]. Perceptual & motor skills, 2013, 117(2):528 –41.
[31] 张丽娜, 张学民, 陈笑宇. 汉字字体类型与字体结构的易读性研究[J]. 人类工效学, 2014, 20(3):32 –36.
[32] COOK J R. Cognitive and social factors in the design of computerized jobs[D]. West Lafayette: Purdue University, 1991.
[33] 戴均开, 葛列众. 手机原型界面的可用性评估[J]. 人类工效学,2007, 13(2): 13 –15.
[34] HE S, CAVANAGH P, INTRILIGATOR J. Attentional resolution and the locus of visual awareness[J]. Nature, 1996, 383(6598): 334 –337.
[35] 林曦. 适用于屏幕显示的中文字体设计探讨[J]. 装饰, 2011,(2):127 –128.
[36] 刘伟, 赵月芳, 李久洲. 图片分享网站布局与视觉行为的眼动研究[J]. 北京邮电大学学报(社会科学版), 2014, 16(1):18 –24.
[37] NICHOLLS M E R, WOOD A G. The contribution of attention to the right visual field advantage for word recognition[J]. Brain & cognition, 1998, 38(3):339 –357.
[38] 侯冠华, 董华, 刘颖,等. 导航结构与认知负荷对老年读者数字图书馆用户体验影响的实证研究——以国家数字图书馆为例[J]. 图书情报工作, 2018, 62(13):45 –53.

作者贡献说明:

方浩:论文选题与撰写;
陈印超:论文构思与撰写;
赵莹:数据分析与论文修改;
李晓环:实验与数据收集;
魏强:论文构思与数据分析。

方浩，陈印超，赵莹，等.移动端新闻平台信息设计要素对视觉搜索效率的影响机制[J].图书情报工作,2019,63(22):58-67.

The Influencing Mechanism of Information Design Elements of Mobile News Platform on Visual Search Efficiency

Fang Hao[1] Chen Yinchao[1] Zhao Ying[1] Li Xiaohuan[1] Wei Qiang[2]

[1] School of Arts and Communication, China University of Geosciences, Wuhan 430074

[2] School of Education, Jianghan University, Wuhan 430056

Abstract: [**Purpose/significance**] This paper studies the mechanism of the influence of the elements of news platform interface design on the efficiency of information visual search in mobile reading context, and puts forward the design optimization strategy. [**Method/process**] By controlling the three important factors in the interface of mobile news platform: information density, graph-text structure and stroke weight, it uses behavior experiments, and eye movement experiments combined with the subjective satisfaction questionnaires to investigate the effects of different interface elements on the visual search behavior of user information. The interaction of the three factors is discussed and the influence mechanism is obtained. [**Result/conclusion**] In mobile news information platform, the interaction of information density, graph-text structure and stroke weight is significant, and the information density has a significant impact on the subjective satisfaction of users. The optimal combination of visual search efficiency is the combination of text at the top of the image, low density and fine body.

Keywords: news information platform　interface design　visual search　eye tracking